
PM GEOTEKNIK

TRAFIKKONTORET I STOCKHOLM

SICKLA UDDE SYSTEMHANDLING

UPPDRAGSNUMMER: 30062474



GRANSKNINGSHANDLING

2024-08-27

SWECO SVERIGE AB
STOCKHOLM GEOTEKNIK

UPPDRAGSLEDARE: JOAKIM PEHRSON
UPPRÄTTAD AV: LASSE ENGVALL
GRANSKAD AV: MIKAEL JOHANSSON & JOAKIM PEHRSON

Innehållsförteckning

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Sammanfattning | 1 |
| 2 | Historik | 2 |
| 3 | Uppdrag | 2 |
| 4 | Befintliga förhållanden | 2 |
| 5 | Geotekniska undersökningar | 3 |
| 6 | Geotekniska förhållanden | 3 |
| 7 | Stabilitet | 5 |
| 8 | Sättning | 7 |
| 9 | Förslag till åtgärder | 10 |
| 9.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 10 |
| 9.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 11 |
| 9.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 13 |
| 10 | Produktionsplanering | 14 |
| 10.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 15 |
| 10.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 15 |
| 10.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 15 |
| 11 | Höjd – och utsättningsplan | 16 |
| 12 | Markmiljö | 16 |
| 13 | Tillstånd för vattenverksamhet | 16 |
| 13.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 18 |
| 13.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 18 |
| 13.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 19 |
| 14 | Landskap | 20 |
| 15 | Kalkyl | 20 |
| 16 | Arbetsmiljöplan projektering | 20 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 17 | Diskussion angående val av åtgärd | 20 |
| 17.1 | Kvalitet på färdig parkmark | 20 |
| 17.1.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 20 |
| 17.1.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 20 |
| 17.1.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 20 |
| 17.2 | Störning av boende under utförandet | 20 |
| 17.2.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 20 |
| 17.2.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 20 |
| 17.2.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 21 |
| 17.3 | Risk för skador på befintlig bebyggelse | 21 |
| 17.3.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 21 |
| 17.3.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 21 |
| 17.3.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 21 |
| 17.4 | Risk för avsevärt högre kostnad | 21 |
| 17.4.1 | Uppfyllnad utan markförstärkning | 21 |
| 17.4.2 | Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad | 21 |
| 17.4.3 | Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad | 21 |
| 18 | Geotekniska rekommendationer | 22 |

Bilagor

Bilaga 1 Beräknings PM Geoteknik

Bilaga 2 Markteknisk undersökningsrapport

Bilaga 3 PM Markmiljö

Bilaga 4 PM Landskap

Bilaga 5 Kalkyl

Bilaga 6 Arbetsmiljöplan projektering

Ritningar

Se M-Ritningsförteckning (Höjd och - måttsättningsplaner med tillhörande normalsektioner och profiler)

1 Sammanfattning

Utredningen gäller återställning av parkmark i Sickla Udde där stora marksättningar har skett.

Området har arean ca 3000 m² och gränsar till Hammarby Sjö. Sättningarna har medfört att området är svårtillgängligt på grund av uppkomna ojämnheter och på grund av att det är översvämmat vid högvatten i Östersjön.

I utredningen beskrivs att orsaken till sättningarna är att jorden utgörs av mycket lös gyttja och lera och av de belastningar som marken utsatts för genom utfyllnad och uppfyllnad av marken. Fyllning har gjorts i olika skeden sedan mitten av 1900-talet. Senaste uppfyllanden gjordes i samband med utbyggnaden omkring år 2004. Sedan dess har uppkommit sättningar på ca 1 m som mest. Sättningarna är fortfarande pågående.

För att återställa marken till de nivåer som anlades vid utbyggnaden erfordras en uppfyllnad på ca 1 m som mest.

I utredningen beskrivs tre metoder för återställning:

1. Uppfyllnad till färdig nivå utan markförstärkning
2. Markförstärkning med Kalkcementpelare samt uppfyllnad till färdig nivå
3. Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad till färdig nivå

I utredningen visas:

Återställning görs enligt metod 1 skulle medföra de lägsta kostnaderna i byggskedet men då skulle de pågående sättningarna utökas och det skulle kräva återkommande justeringar av marken. På sikt finns då risk för stabilitetsproblem.

Återställning enligt metod 2 skulle medföra högre kostnader än metod 1 i byggskedet. Dock erhålls, efter en ca 6 månaders ligg tid då sättningar utbildas, en beständig lösning utan behov av ytterligare åtgärder.

Återställning enligt metod 3 är den dyraste metoden. Med denna metod erhålls en beständig lösning utan behov av ytterligare åtgärder. Dock kommer det att skapas ett hålrum under påldäcket då det pågår sättningar i området. Metoden kräver en relativt omfattande schakt där minst en anmälan om vattenverksamhet erfordras.

2 Historik

Från detaljplanen år 1998 februari

Plan- och programarbetet för Hammarby Sjöstad har pågått sedan 1990. År 1991 presenterades ett förslag till fördjupad översiktsplan, Föp 91, där området föreslogs omvandlas från ett hamn- och industriområde till en utvidgning av Stockholms innerstad.

Utformningens huvudprinciper var att planområdets stränder föreslogs bibehållas som naturstränder med en trappande silhuett, intima områden och staden flyter på vattnet.

Strandparksområdet löper längs stränderna med ca 15 m bredd. För att förstärka den marina karaktären och för att minska ingreppen i naturmarken föreslogs att strandpromenaden utformas som låga bryggdäck som omväxlande går över mark och vatten. Kring Sickla Uddes yttersta delar saknas högre vegetation, planförslaget redovisar en vasspark med större bryggarrangemang som vistelseytor i den del av parken som troligen har största attraktionsvärdet.

Grundläggningsförhållanden Sickla Udde visar att marken fyllts upp som mest ca 6m, jorden under fyllningen utgörs av lera vars underkant ligger på max ca 15 m djup. Stabiliteten är inom vissa områden otillfredsställande främst utefter stranden. Uppfyllnaden har medfört sättningar i den lösa leran, sättningar är ännu ej avslutade inom de områden där lerdjupen är stora.

Grundförstärkning med kalkcementpelare, pådäck eller genom användning av lättfyllning kommer av sättnings-skäl att erfordras för gator, kvartersmark och ledningar.

3 Uppdrag

På uppdrag av Trafikkontoret i Stockholm har Sweco Sverige AB utfört en utredning av åtgärder med anledning av uppkomna sättningar i parkmark inom Sickla Udde. Utredningen avses utmynna i en systemhandling där åtgärder med anledning av sättningarna beskrivs.

En besiktning av området utfördes 2023-10-05 vilken har redovisats i ett PM angående besiktning daterat 2023-10-23.

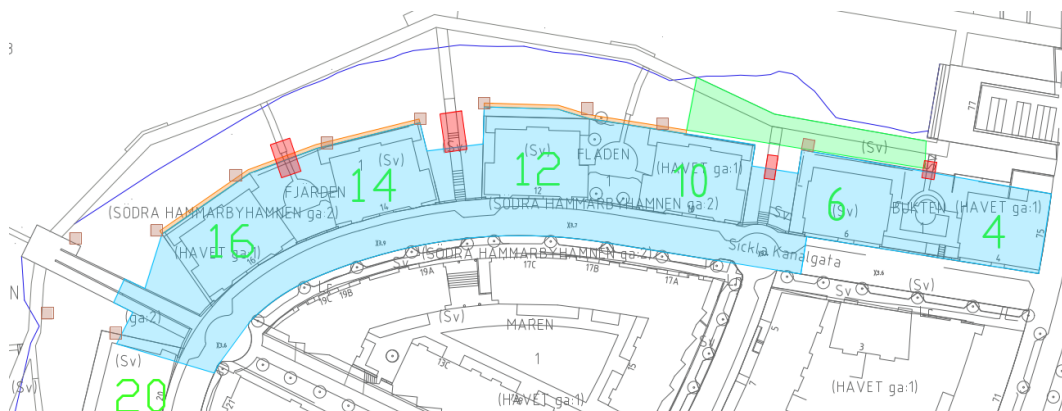
Dessförinnan har Sweco gjort en Förstudie inom Sickla Udde daterad 2021-12-21.

I denna redovisning kommer åtgärder med anledning av inträffade sättningar att beskrivas. Utredningen har även omfattat beräkningar av områdets stabilitet.

Ett separat PM har upprättats angående skador och åtgärder för bryggor inom området.

4 Befintliga förhållanden

Det område som behandlas redovisas i nedanstående Figur 1.



Figur 1 Plan över område där åtgärder med anledning av sättningar planeras. På planen illustreras befintlig förstärkning med påldäck (blå färg) och KC-pelare (grön färg). Områden där stora sättningsskillnader uppkommit redovisas med röd färg. Områden med sättningar intill och under byggnader (orange färg). Åtgärder planeras i området norr om byggnaderna 10-16, ungefär fram till stranden som är markerad med blå linje. Området vid hus 20 kommer inte att åtgärdas i detta projekt.

Generellt gäller att inom området har uppkommit stora sättningar som har påverkat framkomligheten och även medfört att delar av tidigare parkmark nu ofta är översvämmad.

Sättningarna har skett såväl under hus som i parkmarken mellan husen och stranden och bedöms bero på att marken har fyllts ut och fyllts upp i olika omgångar ända mitten av 1900-talet.

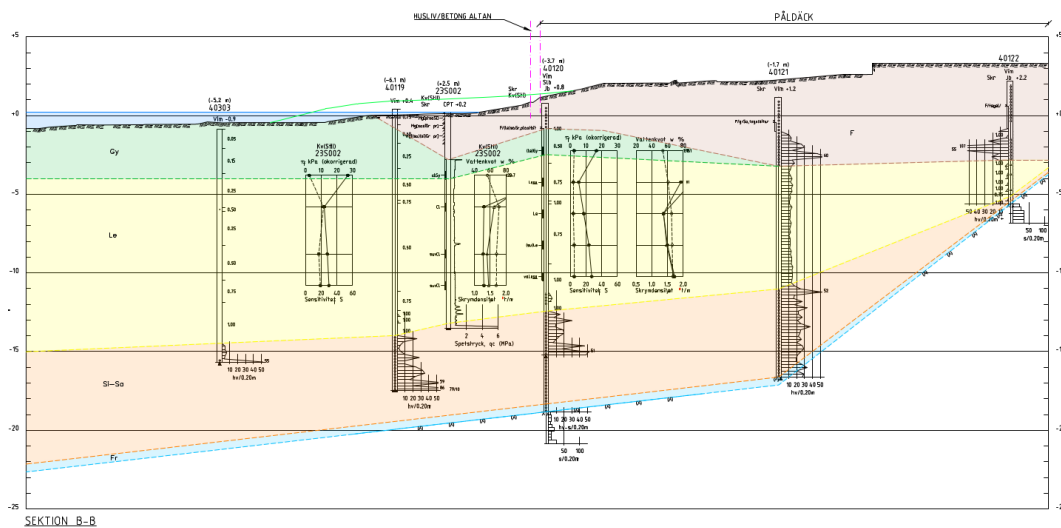
5 Geotekniska undersökningar

Utförda geotekniska undersökningar redovisas i Bilaga 2 Markteknisk undersökningsrapport MUR daterad 2024-06-28.

Undersökningarna har omfattat CPT-sondering och kolvprovtagning i 3 punkter. Undersökningarna har även omfattat sonderingar i 21 punkter för att i möjligaste mån klarlägga förekomst av block i fyllningen.

6 Geotekniska förhållanden

Jorden inom det aktuella området består av överst ett 1,5-3 m tjockt fyllningslager och därunder gyttja och lera ner till ca 10-15 m:s djup varunder finns ett 4-5 m tjockt lager sand och silt på ett tunt lager fastare friktionsjord (troligen morän) på berg. Jordlagrens tjocklek ökar mot stranden i norr. I nedanstående Figur 2 redovisas en typisk sektion med tolkade jordlager.



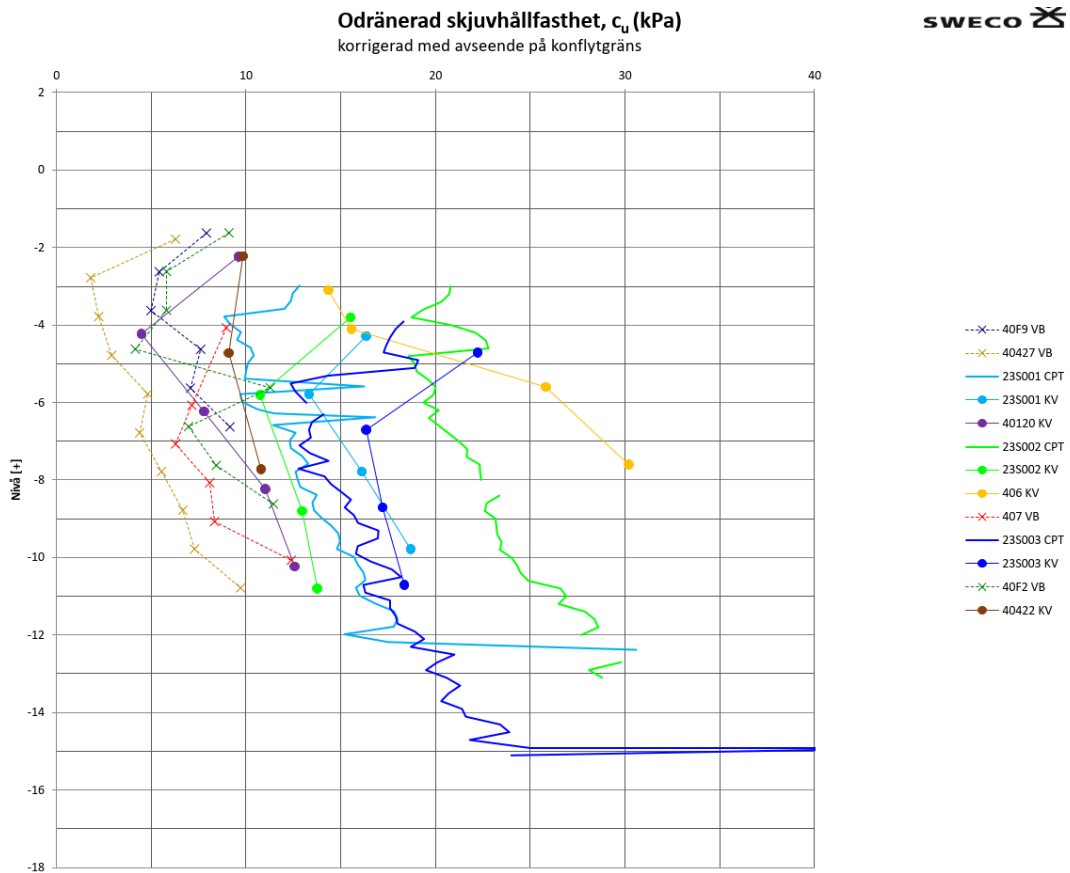
Figur 2 Sektion med tolkade jordlager. Brunt=Fyllning, Grönt=Gyttja, Gult=Lera, orange=Silt och sand, Blått=Morän

Fyllningen består till största delen av grusig siltig sand med växtdelar och sandig siltigt grus med växtdelar.

Gyttjan har varierande mäktighet och en skjuvhållfasthet på ca 15 kPa.

Leran är sulfidhaltig och mycket lös. Den har en skjuvhållfasthet som varierar mellan 11 och 21 kPa.

En sammanställning av skjuvhållfastheten från CPT och kolvprovtagningar redovisas i nedanstående Figur 3.



Figur 3 Sammanställning av skjuvhållfasthetsbestämningar med CPT och Kv.

I Figur 3 kan observeras att Kv och CPT från punkterna 23S001, 23S002 och 23S003 visar högre skjuvhållfasthet än de undersökningar som utförts i samband med utbyggnaden som gjordes omkring år 2004. Detta beror på att viss konsolidering skett sedan utbyggnaden beroende på last från den utfyllnad som då utfördes.

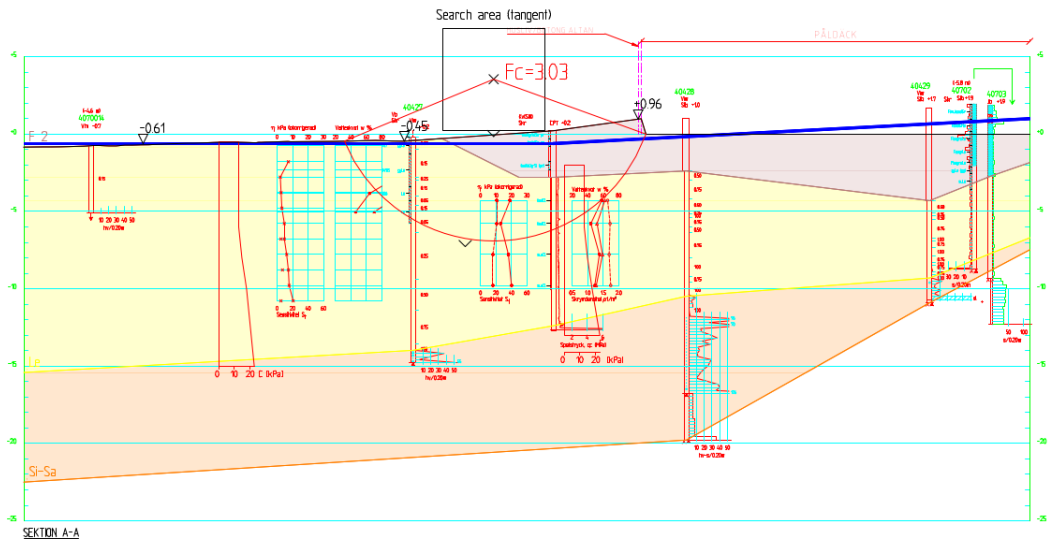
7 Stabilitet

Stabiliteten har beräknats för de tre undersökta sektionerna A, B och C och med följande lastsituationer:

1. Nuvarande förhållanden utan trafiklast
2. Planerad ny markyta
3. Uppfyllnad med arbetsbädd samt trafiklast 25 kPa

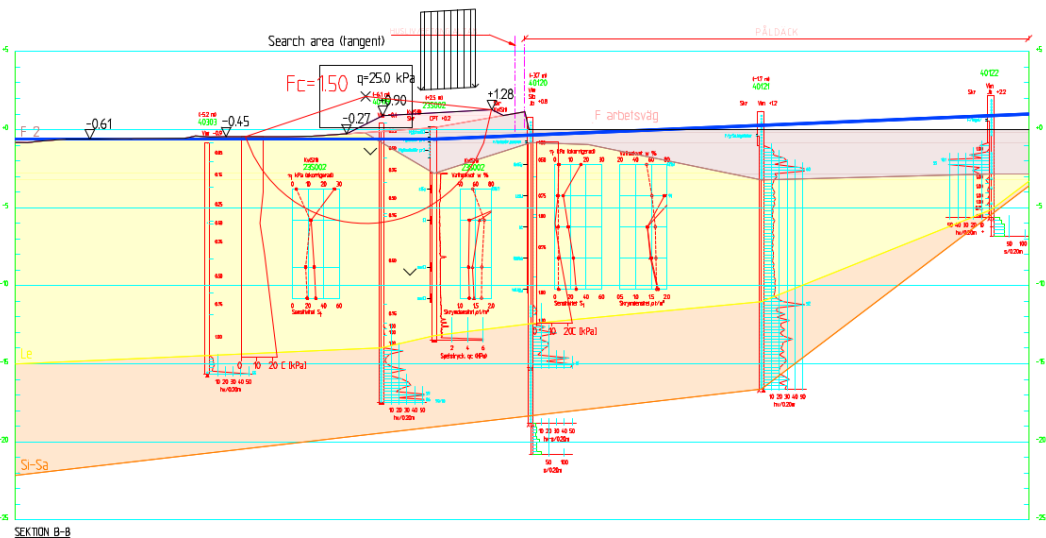
Ett par typiska glidyteberäkningar redovisas i nedanstående Figur 4 och Figur 5.

| Material | Un>Weigh | Sub>Weigh | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|----------|----------|-----------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| F-2 | 17.00 | 1100 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Le | 17.00 | 7.00 | | | C-praf | 100 | 100 | 100 |
| Si-Sa | 18.00 | 1100 | 34.0 | 0.0 | | | | |



Figur 4 Glidyteberäkning för sektion A med lastfall nuvarande markyta

| Material | Un>Weigh | Sub>Weigh | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|-------------|----------|-----------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| F arbetsvag | 18.00 | 1100 | 40.0 | 0.0 | | | | |
| F-2 | 17.00 | 1100 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Le | 17.00 | 7.00 | | | C-praf | 100 | 100 | 100 |
| Si-Sa | 18.00 | 1100 | 34.0 | 0.0 | | | | |



Figur 5 Glidyteberäkning för sektion B med lastfall arbetsbädd samt trafiklast 25 kPa.

Beräkningen har utförts enligt totalstabilitetsmetoden och som odränerad analys. Några av resultaten redovisas i nedanstående tabell.

6 (22)

PM GEOTEKNIK
2024-06-28

| Lastfall | Sektion A | Sektion B | Sektion C |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Nuvarande markyta | $F_c = 3,03$ | $F_c = 3,10$ | $F_c = 2,83$ |
| Planerad slutlig markyta | $F_c = 2,04$ | $F_c = 2,21$ | $F_c = 2,26$ |
| Arbetsbädd med trafiklast | $F_c = 1,52$ | $F_c = 1,50$ | $F_c = 1,82$ |

Kraven är en säkerhet på minst $F_c = 1,50$. Som framgår av tabell är det uppfyllt.

Alla utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 1 Beräknings PM Geoteknik.

8 Sättningar

Den naturliga jorden i området har utgjorts av mycket sättningsbenägen gyttja och lera som underlagras av ett lager silt och sand och därunder morän på berg.

Av historiska kartor har gjorts bedömningen att en första utfyllnad och uppfyllnad i området gjordes ungefär år 1940 och därefter har gjorts ytterligare uppfyllnad år 2004 i samband med uppförandet av den nuvarande bebyggelsen.

I nedanstående Figur 6 och Figur 7 återges historiska kartor från 1955-67 och 2023, varav framgår den utfyllnad som skett under denna period.



Figur 6 Karta som visar området under perioden 1955-1967

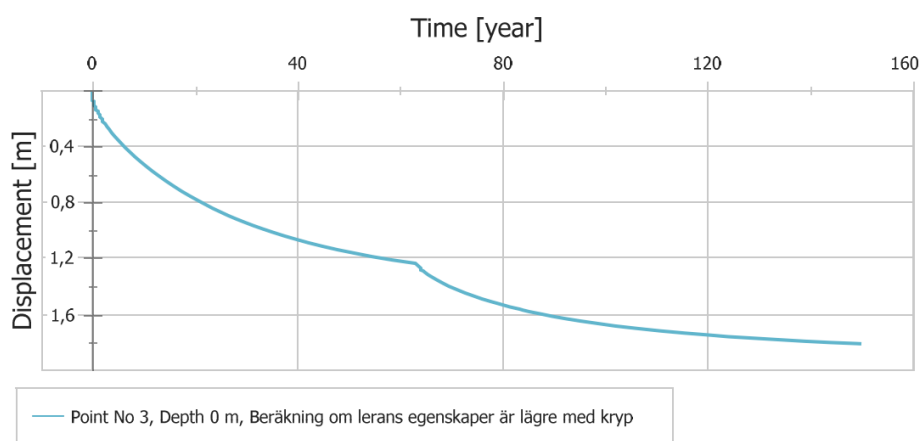


Figur 7 Karta som visar området år 2023

Uppfyllnaden som gjordes år 2004 utfördes upp till de nivåer som redovisas på höjd – och måttsättningsplanerna ritning M-30-1-01 och M-30-1-02.

Vi har gjort beräkningar av sättningarna dels av den uppfyllnad som gjordes omkring år 1940, dels av den uppfyllnad som gjordes omkring år 2004.

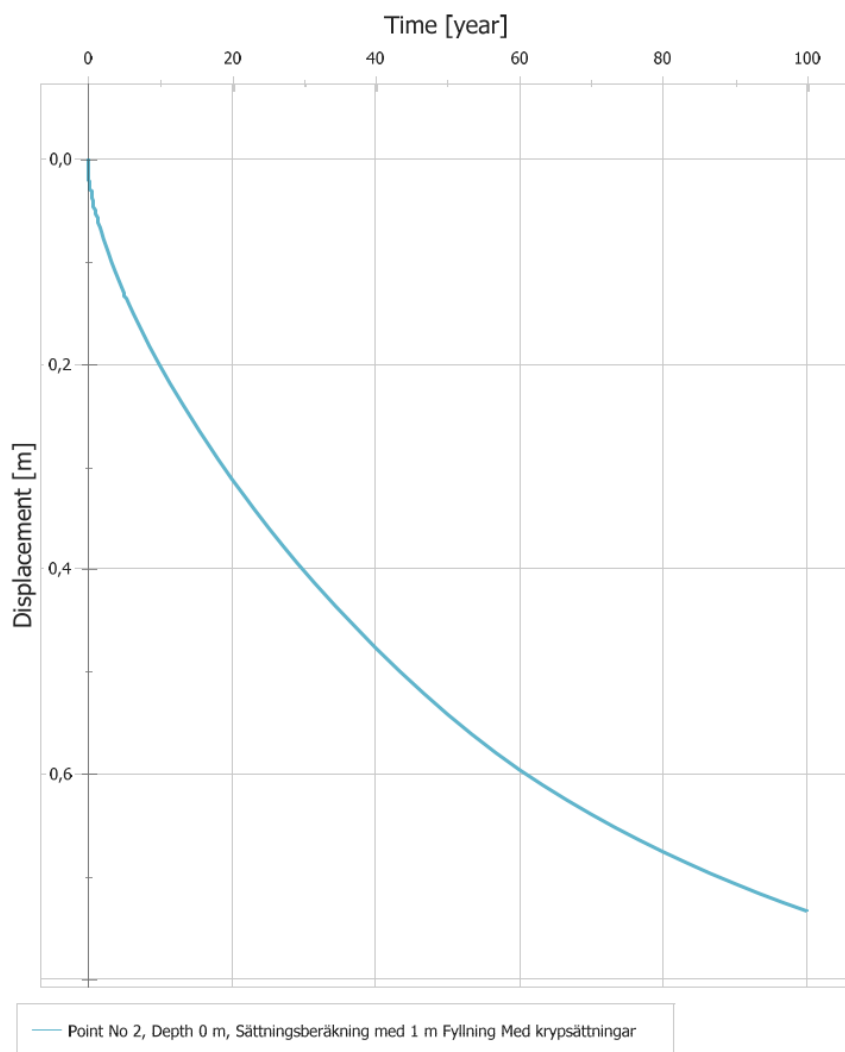
Beräkningsresultaten är dock osäkra eftersom vi inte har några säkra uppgifter om jordens sättningsegenskaper innan den första uppfyllnaden gjordes omkring år 1940, men vi har gjort vissa antaganden på basis av de nu utförda undersökningarna. Beräkningarna visar att inträffade sättningar kan antas vara ungefär enligt nedanstående Figur 8.



Figur 8. Beräknad sättningsutveckling av uppfyllnad år 1940 och 2004. År noll motsvarar år 1940 och år 64 motsvarar år 2004.

Av Figur 8 kan utläsas att under perioden ca 1940-2004 (64 år) beräknas ha skett marksättningar på ca 1,2 m, varvid sättningshastigheten avtagit med tiden, men inte helt. På grund av ytterligare uppfyllnad år 2004 har sättningshastigheten ökat och bedöms nu år 2024 (efter 84 år) uppgå till totalt ca 1,6 m. Om ingen ytterligare uppfyllnad görs kommer sättningshastigheten att vara avtagande, men dock kan förväntas att inom ytterligare 20 år uppkommer ytterligare sättningar på 10-15 cm.

Om den nuvarande markytan skulle höjas genom ytterligare uppfyllnad till de nivåer som anlades vid utbyggnaden år 2004 skulle erfordras max ca 1 m uppfyllnad av marken. Denna uppfyllnad beräknas medföra det sättningsförlopp som anges i nedanstående Figur 9.



Figur 9 Beräknat sättningsförlopp om nuvarande markyta fylls upp 1,0 m

Av Figur 9 framgår att om nuvarande markyta fylls upp 1,0 m uppkommer nya marksättningar, som uppgår till ca 12 cm inom 5 år, ca 18 cm inom 10 år och ca 27 cm inom 20 år.

Fler beräkningar av sättningars storlek och sättningsförlopp redovisas i Bilaga 1 Beräkning PM Geoteknik.

9 Förslag till åtgärder

Tre olika förslag till åtgärder har studerats. I alla tre fallen förutsätts att marken fylls upp till den nivå som gällde när området bebyggdes år 2004. De alternativ som studerats är:

1. Uppfyllnad utan markförstärkning
2. Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad
3. Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad

De tre alternativen beskrivs nedan med avseende på områdets framtida stabilitet och sättningar.

9.1 Uppfyllnad utan markförstärkning

Stabilitetsberäkningarna som redovisats i kapitel 5 ovan visar att uppfyllnad upp till den nivå som gällde vid utbyggnaden kan göras med bibehållen tillfredsställande stabilitet.

En uppfyllnad av nuvarande markyta med 0,5 – 1,0 m för att återställa den marknivå som gällde vid utbyggnaden år 2004 skulle kunna åtgärda de nuvarande framkomlighetsproblemen.

Dock skulle återigen sättningshastigheten öka så att det skulle komma att krävas återkommande justering av markytan.

I nedanstående tabell redovisas beräknade sättningar och deras tidsförlopp om man gjorde uppfyllnad upp till den ursprungliga marknivån utan förstärkningsåtgärder.

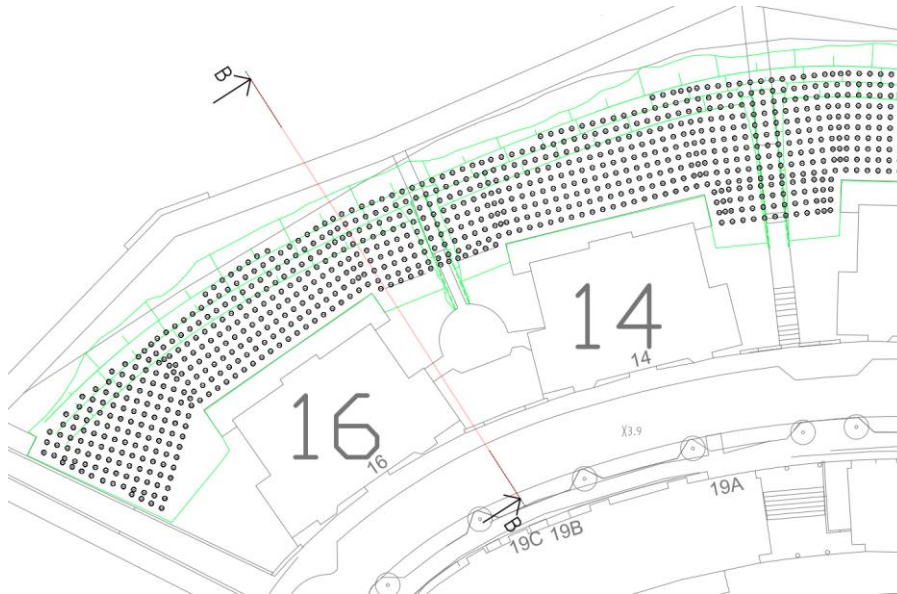
| Sättningar (cm) för nuvarande förhållande (2024) med 1 m fyllning | | | |
|---|------|-------|-------|
| Borrpunkt/Tid | 5 år | 20 år | 40 år |
| 23S001 | 15 | 34 | 48 |
| 23S002 | 13 | 31 | 48 |
| 23S003 | 12 | 28 | 41 |

Som framgår av tabellen kan man förvänta sig sättningar på ca 15 cm inom 5 år och 34 cm inom 20 år.

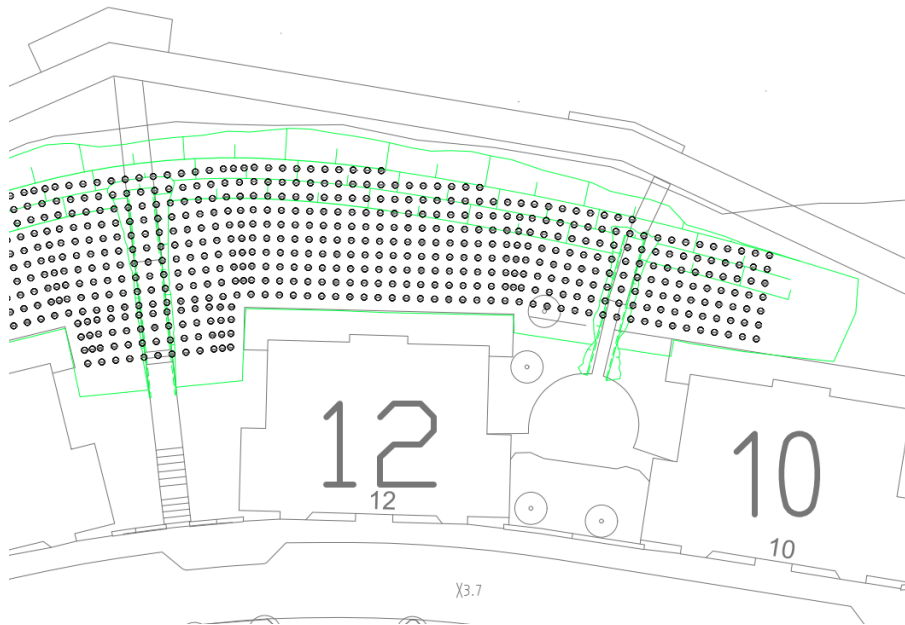
9.2 Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad

För att kunna fylla upp marken till de ursprungliga nivåerna och bromsa in de framtida sättningar som redovisas i kapitel 7 är ett alternativ att markförstärkning utförs med KC-pelare.

Härvid föreslås KC-pelarförstärkning inom det område som redovisas i nedanstående Figur 10 och Figur 11.



Figur 10 KC-pelarförstärkning i rutnät i västra delen



Figur 11 KC-pelarförstärkning i rutnät i östra delen

Förstärkningen föreslås utföras enligt nedanstående arbetsgång:

1. Utläggning av en ca 0,5 m tjock och ca 8 m bred arbetsbädd
2. KC-pelarinstitution utförs inom det område som illustrerats på ovanstående Figur 10 och Figur 11. Installationen kan göras inom hela området eftersom maskinen kan installera pelare med ett ca 4 m stort utligg utanför arbetsbädden.
3. Ca 2 veckor efter KC-pelarinstitutionen terrasseras marken upp till slutlig nivå exklusive växtbädd
4. Markpeglar installeras, varefter sättningsutvecklingen följs i markpeglarna
5. Ca 6 månader efter KC-pelarinstitution görs finplanering av marken

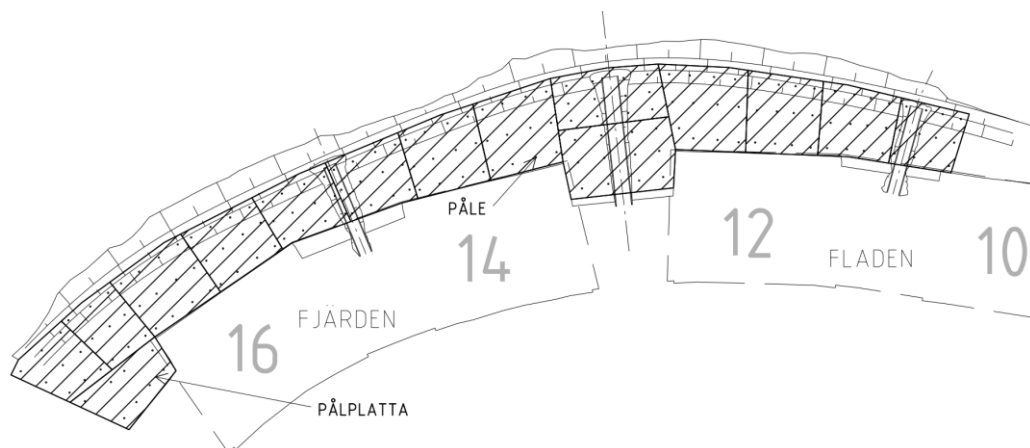
Beräknad sättningsutveckling efter KC-pelarinstitution beror framför allt på vilket c/c-avstånd mellan KC-pelarna som väljs. Vi föreslår att KC-pelarna sätts i ett rutnät med c/c-avståndet 1,4 m. Då beräknas kvarvarande sättning efter uppfyllnad till färdig nivå bli enligt nedanstående tabell:

| | | |
|----------------------------|------------|-------|
| Total sättning: | | 21 cm |
| Kvarvarande sättning efter | 1 månad | 17 cm |
| Kvarvarande sättning efter | 3 månader | 11 cm |
| Kvarvarande sättning efter | 6 månader | 6 cm |
| Kvarvarande sättning efter | 12 månader | 2 cm |

Fler beräkningar av sättnings storlek och sättningsförlopp vid varierande c/c-avstånd mellan KC-pelare redovisas Bilaga 1 Beräkning PM Geoteknik.

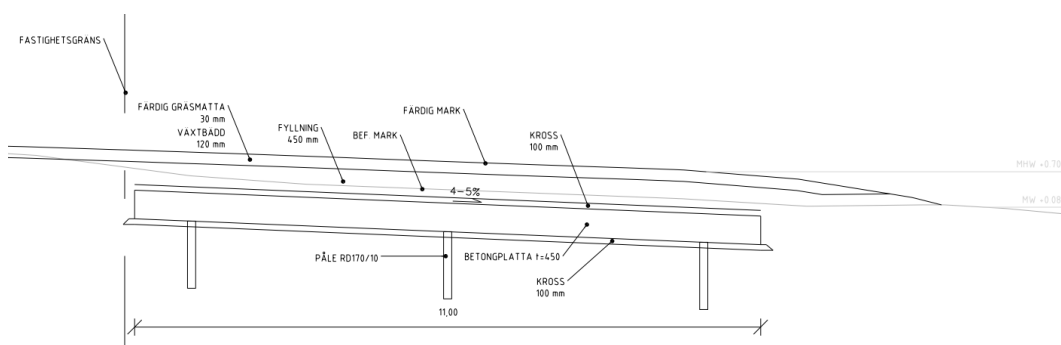
9.3 Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad

Ett alternativ för att kunna fylla upp till befintliga marknivåer enligt kapitel 7 är att upprätta ett påldäck. Påldäckets utbredning redovisas i Figur 12.



Figur 12 Utbredning påldäck

Påldäcket är ca 2100m² stort och består av uppskattningsvis 15 st betongplattor ca 12x12m². Påldäckets överkant ska ligga på minst 70cm djup för att möjliggöra en fullgod växtbädd för planerad vegetation. I Figur 13 redovisas en typsektion av påldäcket. Avståndet till berg är ca 20m och pålarna förutsätts vara borrade stålörspålar.



Figur 13 Typsektion av påldäck

Förstärkningen föreslås utföras enligt nedanstående arbetsgång:

1. Pålning utförs från befintlig marknivå.
2. Schakt ner till 100mm under betongplattan.

3. Anläggning av gjutbädd 100mm.
4. Kapning av pålar och montering av topplåt.
5. Form och armering.
6. Gjutning av betongplattor.
7. Återfyllning av markuppbbyggnad.

Fördelen med påldäck är att framtida sättningar blir mer eller mindre noll.

Dock bedöms uppkomma sättningar i jorden under påldäcket, vilket medför att hålrum uppkommer under påldäcket.

Nackdel är att det är en dyr lösning.

10 Produktionsplanering

Att ta sig in sjövägen till arbetsområdet är inte möjligt då det är för grunt i Hammarby sjö, således går det inte heller att lägga en ponton som kan fungera som materialupplag och yta för bodar i anslutning till arbetsområdet.

Det finns två alternativ för in- och utfarter till arbetsområdet, antingen via hörnet på Lugnets Allé mot Båtbyggargatan eller via Sickla Kanalgata och gångvägen ut mot Observatorium. För att skapa rundkörning och därmed enklare transportväg kan den ena nyttjas som infart och den andra som utfart, se Figur 14.



Figur 14. Röda pilar anger in- och utfart till arbetsområdet. Blå ytor anger förslag på etableringsytor.

Båda alternativen kräver en viss rivning eller demontering av bryggor, staket och träd samt uppbyggnad av en arbetsväg för att de ska kunna fungera som tillfartsvägar. Efter slutförda arbeten återställs rivna eller demonterade anläggningsdelar.

För in-och utfart av byggtrafik till Lugnets Alle´ kan det eventuellt krävas flaggvakt eller liknande då den vägen har hög trafikering. För säker utfart bör sväng ut åt höger ske på Lugnets allé för att sen fortsätta vägen till Hammarbyvägen och därifrån ta sig vidare.

För in-och utfart med byggtrafik via Sickla Kanalgata bör det inte vara några större problem att ta sig ut både åt höger och vänster för att sen fortsätta rutten ut på Lugnets Allé.

Arbetsområdet stängs in för att avgränsa det mot tredje man. In- och utfarter stängs med grindar. Gångvägar och bryggor som leder in till eller genom området stängs av med staket. Troligen kommer bullerskydd att behöva anläggas.

Det är begränsat med ytor för etablering och materialupplag. Eventuellt kan parkeringsytorna längs Sickla Kanalgata tas i anspråk som yta för uppställning av manskapsbod, verktygscontainer och upplag av material. Eventuellt kan grönytor i närheten av arbetsområdet tas i anspråk som upplagsytorna. Vidare utredning för att säkerställa tillgång till ytor för etablering och materialupplag krävs innan produktionsstart.

10.1 Uppfyllnad utan markförstärkning

Bryggor, staket, träd och liknande rivs eller demonteras och arbetsväg till området anläggs.

Uppfyllnad av området sker utifrån och in genom att matjordsavtagning utförs och schaktbilen tar med sig fyllnadsmaterial i retur som läggs ut. Ytan blir då också körbar.

När fyllningen är klar utförs finplanering och återställning av området inifrån och ut.

För vidare detaljer se kapitel 7.1.

10.2 Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad

Bryggor, staket, träd och liknande rivs eller demonteras och arbetsväg till området anläggs. Arbetsbädd av krossmaterial anläggs på ytan som ska förstärkas med KC-pelare.

Förstärkning med KC-pelare utförs utifrån och in. Överlast läggs ut allteftersom KC-pelarna färdigställs.

När liggtiden har tagits ut kan överlasten schaktas bort. Detta sker inifrån och ut. Därefter kan finplanering och återställning utföras.

För vidare detaljer se kapitel 7.2.

10.3 Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad

Bryggor, staket, träd och liknande rivs eller demonteras och arbetsväg till området anläggs. Arbetsbädd av krossmaterial anläggs på ytan som ska pålas.

Pålningen påbörjas längst in. Upplag av pålar kan ske på arbetsbädden bakom pålmaskinen.

Pålarna kapas till rätt nivå och marken fylls upp. Eventuellt kan en vall ut mot Hammarby Sjö behöva anläggas för att hindra vattnet från att tränga in så att gjutning av påldäcket kan ske i torrhet. Alternativt kan påldäcket gjutas med undervattensbetong i vatten. Möjligt att det kan behöva gjutas en tätkaka i botten.

Form för påldäcket sätts och armering utförs. Gjutning utförs med pump som placeras på Sickla Kanalgata.

Efter rivning av form utförs återfyll på påldäcket. Därefter kan finplanering och återställning utföras.

För vidare detaljer se kapitel 7.3.

11 Höjd – och utsättningsplan

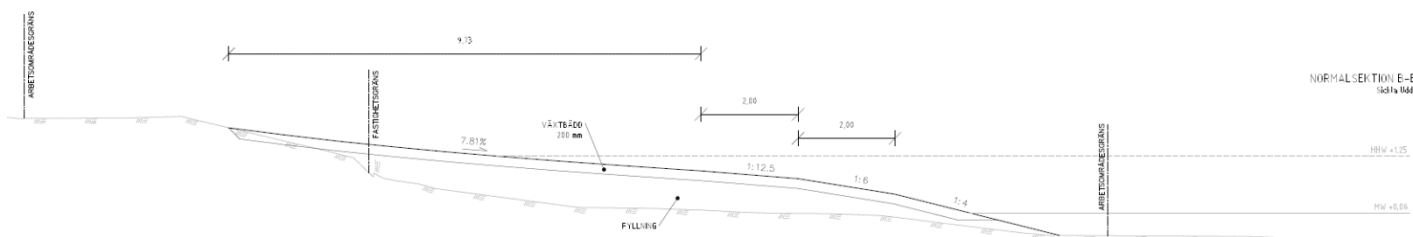
En höjd – och måttsättningsplan har tagits fram med tillhörande profiler och normalsektioner och redovisas på ritningarna M-30-1-01 (Höjd – och måttsättningsplan), M-30-1-02 (Höjd – och måttsättningsplan), M-30-2S-01 (Normalsektioner) och M-30-2R-01 (Profiler). Förutsättningen för ny höjdsättning och markutberedning har varit att återställa området enligt relationshandlingarna.

12 Markmiljö

En markmiljöundersökning har utförts och redovisas i Bilaga 3 PM Markmiljö.

13 Tillstånd för vattenverksamhet

Syftet med planerad verksamhet är att stabilisera och/eller fylla ut området som under senare år kraftigt har satt sig. Området som avses beskrivs i kapitel 2 och definieras som vattenområde då vattennivån för högsta högvatten (HHW) når nära fastighetsgränsen till intilliggande bostadsbyggnader. Totala arbetsområdets yta kommer inte att motsvara arbete i vattenområde då gränsen för högsta högvatten varierar flertalet meter från fastighetsgränsen, se Figur 15. För att förenkla i denna PM nämns hela arbetsområdet som arbete i vattenområde, vilket är ett övermått enligt försiktighetsprincipen.



Figur 15 Normalsektion med högsta högvatten (HHW) utmarkerat samt arbetsområde och fastighetsgräns mot intilliggande bostadsbyggnader.

Vissa åtgärder inom vattenområde definieras enligt 11 kapitlet miljöbalken som vattenverksamhet och kan omfattas av anmälningsplikt, där anmälan till länsstyrelsen

krävs. Vattenverksamhet av större omfattning kräver ansökan om tillstånd hos Mark- och miljödomstolen. Allmänna och enskilda intressen är relevant utifrån vattenverksamhet och beskrivs därmed i detta avsnitt.

Ett sammanhängande strandparksområde löper längs stränderna med cirka 15 meters bredd omgivna av låga bryggdäck. Vissa delar närmast bryggorna är vassbeklädda.

Området är detaljplanelagt Sickla Udde mm (del av Hammarby Sjästad) Dp 96099 för bostäder, park och strandpromenader. Befintlig markanvändning i området som omfattas av åtgärden är allmän plats och enligt plankartan är området avsett för anlagd park. Stockholms stad är genom gatu- och fastighetsnämnden huvudman för allmän platsmark. (Stockholms stadsbyggnadskontor, 1998).

Vattenområdet Hammarby Sjö är en vik av Saltsjön. Sjön utgörs av några 6 meter djupa rännor och däremellan ett grundområde med mindre än 3 meters vattendjup. Hammarby sjö är kopplad till Strömmen (ID WA79755821) som är en kustvattenförekomst med miljö kvalitetsnormer. Strömmen har bedömts ha Otillfredsställande ekologisk status och den kemiska statusen har klassificerats som Uppnår ej god enligt databasen VISS (VISS, 2024).

Intill Sickla udde finns inga kända lek- eller uppväxtområden för fisk.

Enligt Länsstyrelsens EBH-portal finns ett objekt (ID188197) där sedimenten i Hammarby sjö identifierats som potentiellt förorenade enligt riskklass 1, vilket innebär mycket stor risk. Typiska föroreningar är bland annat metaller (1997). Innan Sickla udde bebyggdes har det nyttjats som upplag och industriområde. Provtagning av mark är genomförd i fyra punkter och tre olika djup, varje meter ner till tre meter. Resultat beskrivs i Bilaga 3 PM Markmiljö. Majoriteten av analyserade halter ligger under känslig markanvändning (KM) med ett fåtal halter över KM men under mindre känslig markanvändning (MKM).

Arbetet planeras i huvudsak inom fastighet STOCKHOLM SÖDRA HAMMARBYHAMNEN 1:3 vilket ägs och förvaltas av Stockholms stad. Verksamhetsutövaren Stockholms stad har därmed förfoganderätt över området. En mindre del av åtgärderna planeras inom andra fastigheter vilket beskrivs under respektive alternativ nedan. Övriga berörda oavsett alternativ är intilliggande fastigheter med bostadsbyggnader, exempelvis STOCKHOLM FJÄRDEN 1, STOCKHOLM FLADEN 1 och STOCKHOLM BUKTEN 1.

Planerade åtgärder beskrivs i kapitel 8 och kan omfatta följande moment inom vattenområde:

- Grävning i vattenområde (schakt)
- Pålning
- Uppförande av anläggning (markförstärkningsåtgärd)
- Utfyllnad i vattenområde

För att genomföra samtliga åtgärder krävs rådighet över området samt att miljöbalkens hänsynsregler följs i genomförandet och återställningsarbetet. I nedan avsnitt beskrivs alternativskillnader mellan åtgärderna utifrån vattenverksamhet.

13.1 Uppfyllnad utan markförstärkning

Planerad åtgärd omfattar utfyllnad i vattenområde vilket klassas som vattenverksamhet. Området som berörs av uppfyllnad är 2950 kvadratmeter stort. Beräknad mängd fyllning är cirka 1740 kubikmeter. Arbetena inleds med röjning av vass och träd inom strandparksområdet. En arbetsbädd läggs ut av geotextil samt krossmaterial (cirka 650 kubikmeter). Resten av fyllningen består av sand och grus med ett 0,2 meter tjock växtbädd överst.

Vattenverksamhet inom STOCKHOLM FJÄRDEN 1 och STOCKHOLM FLADEN 1 som ägs av en bostadsrättsförening kräver nyttjanderättsavtal för genomförande.

Alternativet innebär att en anmälan om vattenverksamhet behöver upprättas till Länsstyrelsen i Stockholm eftersom arbetena klassas som anmälningspliktig vattenverksamhet. Handläggningstiden är för närvarande 4 månader (juni 2024). I anmälan görs en bedömning av påverkan på miljön utifrån de förutsättningar som beskrivs. Försiktighetsåtgärder för genomförandet behöver studeras inom ramen för vattenverksamheten för att skydda vattenmiljön. Det kan handla om att anläggningsarbeten ska ske vid som högst medelvattenstånd för att då genomföras i princip i torrhet och att träd återplanteras enligt detaljplanen. Med nu planerad omfattning görs bedömningen att grumlande moment inte kommer ske. Skulle arbetsomfattningen ändras behöver grumlingsbegränsande åtgärder övervägas.

13.2 Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad

Planerade åtgärder omfattar följande moment inom vattenområde som klassas som vattenverksamhet:

- Uppförande av anläggning (markförstärkningsåtgärd)
- Utfyllnad i vattenområde

Området som berörs av arbete och uppfyllnad är 2950 kvadratmeter stort. KC-pelarinstallationen kommer att innebära bullrande moment då maskinen borrar ner i jord och lera. KC-pelarna har ett snittdjup på cirka 15 meter. Sedan anläggs pelaren genom att maskinen fyller borrhålet med kalk och cement med omrörning. När KC-pelarna är installerade, fylls marken upp med cirka 1740 kubikmeter fyllning. Markförstärkning med KC-pelare är att ses som uppförande av anläggning inom vattenområde.

Vattenverksamhet inom STOCKHOLM FJÄRDEN 1 och STOCKHOLM FLADEN 1 som ägs av en bostadsrättsförening kräver nyttjanderättsavtal för genomförande.

Alternativet innebär att en anmälan om vattenverksamhet behöver upprättas till Länsstyrelsen i Stockholm eftersom arbetena klassas som anmälningspliktig vattenverksamhet. Handläggningstiden är för närvarande 4 månader (juni 2024). I

anmälan görs en bedömning av påverkan på miljön utifrån de förutsättningar som beskrivs. Försiktighetsåtgärder för genomförandet behöver studeras inom ramen för vattenverksamheten för att skydda vattenmiljön. Det kan handla om att anläggningsarbeten ska ske vid som högst medelvattenstånd för att då genomföras i princip i torrhet och att träd återplanteras enligt detaljplanen. Med nu planerad omfattning görs bedömningen att grumlande moment inte kommer ske. Skulle arbetsomfattningen ändras behöver grumlingsbegränsande åtgärder övervägas.

13.3 Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad

Planerade åtgärder omfattar följande moment inom vattenområde som klassas som vattenverksamhet:

- Grävning i vattenområde (schakt) cirka 1680 kubikmeter
- Pålning
- Uppförande av anläggning (markförstärkningsåtgärd)
- Utfyllnad i vattenområde

Området som berörs av arbete och uppfyllnad är 2950 kvadratmeter stort. Schakt av cirka 1680 kubikmeter massor kommer krävas. Påldäckets installation kommer att innebära bullrande moment. En maskin borrar ner i jord och lera för att montera stålrörspålar, vilket är ett relativt skonsamt moment sett till bullerpåverkan. Momentet med borrar sker under cirka 2 månaders tid. När alla pålar ska stopslås så sker det mest bullrande momentet med cirka 10 slag/påle för slutmontage. Marken återfylls med cirka 2415 kubikmeter fyllning. Sedan gjuts däck som tar cirka 1½ månad. Markförstärkning med påldäck är att ses som uppförande av anläggning inom vattenområde. Area för påldäcket är cirka 2100 kvadratmeter.

Vattenverksamhet inom STOCKHOLM FJÄRDEN 1 och STOCKHOLM FLADEN 1 som ägs av en bostadsrättsförening kräver nyttjanderättsavtal för genomförande.

Alternativet innebär minst att en anmälan om vattenverksamhet behöver upprättas till Länsstyrelsen i Stockholm eftersom arbetena klassas som anmälningspliktig vattenverksamhet. Handläggningstiden är för närvarande 4 månader (juni 2024). I anmälan görs en bedömning av påverkan på miljön utifrån de förutsättningar som beskrivs. Försiktighetsåtgärder för genomförandet behöver studeras inom ramen för vattenverksamheten för att skydda vattenmiljön. Det kan handla om att anläggningsarbeten ska ske vid som högst medelvattenstånd för att då genomföras i princip i torrhet och att träd återplanteras enligt detaljplanen. Med nu planerad omfattning görs bedömningen att grumlande moment inte kommer ske. Skulle arbetsomfattningen ändras behöver grumlingsbegränsande åtgärder övervägas.

Alternativet har en omfattning som länsstyrelsen kan tolka kräva tillstånd varför ett samrådsmöte med länsstyrelsen skulle rekommenderas för att landa rätt i omfattningen.

14 Landskap

En landskapsutredning har utförts och redovisas i Bilaga 4 PM Landskap.

15 Kalkyl

En kalkyl för de 3 olika alternativen har tagits fram, uppfyllnad utan markförstärkning, markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad och markförstärkning med påldäck samt utfyllnad. Kalkylen redovisas i Bilaga 5 Kalkyl.

16 Arbetsmiljöplan projektering

En arbetsmiljöplan för projektering har tagits fram, denna redovisas i Bilaga 6 Arbetsmiljöplan projektering.

17 Diskussion angående val av åtgärd

Nedan görs en jämförelse mellan de tre alternativa åtgärderna med avseende på några faktorer.

17.1 Kvalitet på färdig parkmark

17.1.1 Uppfyllnad utan markförstärkning

Parkmarken kommer att vara tillfredsställande under de första åren, men eftersom sättningarna fortsätter kommer återkommande åtgärder att erfordras vid t.ex. trappor och spänger ut till bryggorna.

17.1.2 Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad

När marken färdigställts efter arbetena kommer inga ytterligare åtgärder att erfordras.

17.1.3 Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad

När marken färdigställts efter arbetena kommer inga ytterligare åtgärder att erfordras. Hålrum under påldäcken bedöms ej medföra några problem.

17.2 Störning av boende under utförandet

17.2.1 Uppfyllnad utan markförstärkning

Under några månader kommer störningar att pågå med buller och arbetsmaskiner som arbetar med transporter mm i området mellan husen och stranden.

17.2.2 Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad

Under några månader kommer stora störningar att pågå med buller och arbetsmaskiner som arbetar med schaktning, installationsarbeten, transporter mm i området mellan husen och stranden.

17.2.3 **Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad**

Under några månader kommer stora störningar att pågå med buller och arbetsmaskiner som arbetar med schaktning, pålning, gjutning, transporter mm i området mellan husen och stranden.

17.3 Risk för skador på befintlig bebyggelse

17.3.1 **Uppfyllnad utan markförstärkning**

Med tiden uppkommer en nivåskillnad mellan marken utanför hus och under bottenplattor, vilka kan medföra sidoförskjutning av jorden in under hus, vilket kan orsaka skador på pålarna för husen.

Kontrollprogram för sättningar och horisontella rörelser bedöms behöva upprättas i samband med utförandet.

17.3.2 **Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad**

KC-pelarininstallationen medför en mindre sidoförskjutning av jord. Denna bedöms dock bli så liten att den inte medför risk för skador på befintliga huspålar.

Kontrollprogram för sättningar och horisontella rörelser bedöms behöva upprättas i samband med utförandet.

17.3.3 **Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad**

Påldäcksinstallation medför en mindre sidoförskjutning av jord. Denna bedöms dock bli så liten att den inte medför risk för skador på befintliga huspålar.

Kontrollprogram för sättningar och horisontella rörelser bedöms behöva upprättas i samband med utförandet.

17.4 Risk för avsevärt högre kostnad

17.4.1 **Uppfyllnad utan markförstärkning**

Risken för kostnadsökning bedöms inte uppkomma förrän efter lång tid då det finns risk att andra åtgärder erfordras. Förvaltningskostnaden kommer bli högre för detta alternativ då marken kommer fortsätta att sjunka och finplaneringen göras om.

17.4.2 **Markförstärkning med KC-pelare samt uppfyllnad**

KC-pelarininstallationen kommer att erfordras genom befintlig fyllning. Om fyllningen innehåller många och stora block erfordras blockrensning, vilket blir en extrakostnad.

17.4.3 **Markförstärkning med påldäck samt uppfyllnad**

I den presenterade kostnadsberäkningen har antagits borrhade pålar, vilket innebär att förekomst av block inte är några problem. Gjutning av påldäck har antagits ske under

vatten med undervattensbetong, vilket innebär att högt vattenstånd inte medför särskilt stora problem.

18 Geotekniska rekommendationer

Med förutsättningen att marken i området ska återställas till de nivåer som anlades vid nybyggnationen och som anges på relationshandlingarna rekommenderar vi att förstärkning utförs med KC-pelare. Denna metod möjliggör en återställning som är beständig för åtminstone de närmaste 50 åren. Metoden är visserligen behäftad med osäkerhet beträffande svårigheter beroende på eventuell blockförekomst i befintlig fyllning, men även om det förekommer rikligt med block kan förstärkningen genomföras utan att riskera skador på befintlig bebyggelse. För att säkerställa genomförbarheten bör provgrovsgrävning utföras inom området. Eventuell blockförekomst är begränsad till de översta 2 metrarna under markytan och kan om så erfordras avlägsnas med relativt enkla medel i form av blockrensning. KC-pelarförstärkning är, jämfört med de övriga alternativen, den metod som uppfyller målet att återställa marken och förhindra fortsatta sättningar med lägst kostnader. Detta gäller även om blockrensning erfordras.